

■ 論 文 ■

# 무선교통정보수집제공시스템(UTIS) 서비스의 이용 수요 예측 및 이용료 적정 수준 산정에 관한 연구

Disaggregate Demand Forecasting and Estimation of the Optimal Price for UTIS Service

**장 석 용**

(부산대학교 박사 수료,  
도로교통공단)

**정 현 영**

(부산대학교 도시공학과 교수)

**고 상 선**

(도로교통공단 교수)

## 목 차

I. 서론	2. UTIS 서비스 이용 수요 예측 모델
1. 연구의 배경 및 목적	3. UTIS 서비스 이용률 산정
2. 연구의 범위 및 방법	V. UTIS 서비스 지불 방식별 이용료 적정 수준 산정
II. UTIS 국내외 연구 및 개발 동향	1. UTIS 서비스 지불 방식별 선호도 분석
1. 국외 연구 및 개발 동향	2. UTIS 서비스 지불 방식별 이용률 산정
2. 국내 연구 및 개발 동향	3. UTIS 이용료 지불 방식별 민감도 분석
III. 자료의 수집 및 구성	VI. 결론 및 향후 연구과제
1. 조사의 개요	1. 결론
2. 조사 자료의 구성	2. 향후 연구과제
IV. UTIS 서비스 이용 수요 예측	참고문헌
1. UTIS 서비스 선호도 분석	

Key Words : 무선교통정보수집제공시스템(UTIS), UTIS 서비스, 적정 이용료, 이항 로짓, 순서형 프로빗  
UTIS(Urban Traffic Information System), UTIS Service, Optimal Price,  
Binary Logit Model, Ordered Probit Model

## 요 약

본 연구는 교통선진국에서 활발한 연구 및 개발 등을 거쳐 일반화 작업 등이 시행되고 있으며, 국내에서도 경찰청과 도로교통공단이 함께 도입을 추진하고 있는 도시교통정보시스템(UTIS : Urban Traffic Information System, 무선교통정보수집제공시스템으로 더 잘 알려짐)을 소개하고, 향후 UTIS 도입 시, 서비스 이용 수요 예측과 실제 소비자인 운전자가 지불 방식별로 만족할 수 있는 적정 이용료에 대하여 연구하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면, 다음과 같다. 첫째, UTIS 서비스 이용 수요 예측 모델을 이항 로짓 모델을 통해 구축하였다. 둘째, UTIS 서비스의 이용료 지불 방식별 이용 행태 예측 모델을 순서형 프로빗 모델을 통해 구축하였다. 셋째, UTIS 서비스의 이용 행태별 지불 방식별 선호도를 파악한 뒤, 이용료 지불 방식별로 민감도 분석을 통하여, 이용률의 단위 탄력점을 파악하고, 이용자 측면이 고려된 각 지불 방식별 적정 이용료를 서비스 공급자에게 제시하였다.

This study reports UTIS(Urban Traffic Information System), which has been generalized in developed countries through brisk research and development and is being promoted for introduction by National Police Agency and Road Traffic Authority to reduce the astronomical amount of social expenses including traffic congestion expenses. Also this study investigates the proper charges for using by the preestimate of demand and contentment according to methods of payment after the service is introduced.

The results of this study are as follows. First, demand forecast model is constructed by Binary Logit Model. Second, forecast models of using aspects of UTIS service according to methods of payment are established by Ordered Probit Model. Third, the proper charges for using of UTIS service according to methods of payment are presented to the supplier in the aspects of users. For this, preferences by using aspects and methods of payment are captured. And unit elasticity of coefficient of utilization is understood through responsiveness analysis according to methods of payment.

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

교통혼잡비용의 증가가 계속되고, 교통체증 완화와 교통의 원활한 소통에 대한 사회적 바램이 커지고 있는 현 상황에서, 미국, 일본, 유럽 등 교통 선진국에서는 수 년 전부터 첨단교통정보시스템(ATIS: Advanced Traveler Information System)의 일종인 무선교통정보수집제공시스템(UTIS: Urban Traffic Information System 이하 UTIS)에 관심을 두고, 많은 연구·개발 등이 이루어지고 있으며, 우리나라에서도 2005년부터 실용화 등 많은 연구가 진행되고 있다<sup>1)</sup>.

기존 UTIS 관련 국내·외의 연구들은 1970년대에 시작한 교통사고 정보를 기록하는 차량용 블랙박스에 대한 부분만을 다루고 있다. 반면에, 수요자인 운전자들이 가장 선호하는 도난방지, 교통사고 발생 시의 구호 서비스, 도로의 지·정체 등에 관한 교통정보 제공과 같은 부분들은 최근에 들어서도 거의 다루어지지 않고 있다.

더욱이 교통 선진국에서는 교통 관련 제도나 장비의 도입과 개선에 앞서 수요 예측과 같이 경제성에 관한 연구가 일반화되어 있으나, 국내에서는 그러지 못한 상황에 있다. 특히 UTIS 서비스와 같은 교통정보의 실제적인 소비자인 운전자들을 대상으로 한 수요 예측과 적정 이용료 산정에 관한 연구 등은 국내에서는 전무한 상황이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 UTIS에 대한 국내·외의 연구 현황과 개발 동향을 파악하고, 특히 교통혼잡비용이 국내에서 가장 높은 부산광역시를 대상으로 UTIS 서비스 도입 시, 운전자들의 이용 가능성과 적정 이용료 산정에 대한 연구를 수행하여, 교통정보화를 통한 교통문제 해결에 기여하고자 하며, 또한 구체적인 실행을 위한 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 먼저 기존 문헌을 통하여, UTIS의 기능과 선진국의 연구·개발 동향에 대하여 파악하고, 다

음 단계로, 기존 운전자들의 UTIS 서비스 이용 가능성을 확인하고자 하였다. 이를 위하여, 운행 중 희망하는 교통정보의 종류와 현재 이용 중인 교통정보에 대한 이용 빈도와 만족도, 신뢰도, 교통정보가 노선 선정에 영향을 미치는 정도 등에 대하여 설문조사를 통하여 파악하였다.

조사는 부산광역시의 운전자를 대상으로 하였으며, UTIS의 개발이 완료되었다는 상황 가정 하에서, 이를 이용할 의사가 있는지를 이항 로짓 분석법을 활용, 예측 모델을 구축하여, 서비스의 경제성을 예측하고자 하였다.

다음으로는 순서형 프로빗 분석을 이용하여, UTIS 서비스를 이용할 의사가 있을 경우, 이용료의 적정 수준 산정을 위한 모델을 구축, 이를 검증하였다. 아울러 민감도 분석을 통하여 지불 방식별 적정 이용료도 제시하였다.

## II. UTIS 국내·외 연구 및 개발 동향

UTIS는 최대 1km 반경에서 최대 180km/h의 속도로 주행하는 차량과 무선으로 통신하여, 실시간으로 교통정보를 수집하고 제공할 수 있으며, 기타 부가통신이 가능한 시스템이다.

초기에는 교통사고 기록장치(국내에서는 일명 차량용 블랙박스, 유럽지역은 교통사고 기록장치: Accident Data Recorder)의 기능이 주요 기능이었으나 최근 GPS와 무선통신, 와이브로 등의 IT 기술이 급격하게 발전하면서, 이용자들의 요구에 부응하는 서비스 즉 교통정보의 수집 및 제공, 도난 방지, 교통사고 시의 구호 서비스, 도로에서의 지·정체 상황, 우회도로 안내, 노면상태 및 기상정보 안내 등과 같은 부가 교통정보를 제공하는 첨단 기능 등도 추가되어 현재 UTIS 기능으로 발전하게 되었다(김동호 외, 2006).

### 1. 국외 연구 및 개발 동향

미국에서는 1970년대 연방 고속도로 안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)에서 차량의 충돌신호를 저장할 수 있는 장치를 개발하여, 1974년에 1,000여대의 차량에 이를 장착, 시범적

1) 우리나라에서도 경찰청과 도로교통공단에서 UTIS가 교통혼잡비용을 획기적으로 줄여 줄 수 있는 도구가 될 수 있을 것으로 판단하여, 우리 실정에 맞는 UTIS의 표준화 작업을 수행하였으며 최근에는 실용을 위한 기능 개선 및 향상 연구 등과 함께 대국민 의견수렴을 2008년 3월 14일부터 한달 동안 진행하였다.

으로 운영하였다.

현재 IEEE에서 표준화 작업을 하는 등 정부 차원에서 노력을 하고 있지만, GM, Ford, Drivecam 등과 같은 민간 자동차 회사에서도 장치의 장착에 적극적인 관심을 보여, 2억대의 경승용차 가운데 15%가, 지난 2004년 이후 출시된 승용차의 약 80%가 이러한 기능을 탑재하고 있다.

최근에는 수집된 정보의 활용을 위한 데이터 베이스 구축과 성능 개선을 위한 연구·개발과 카메라를 이용한 영상 기록장치 등도 함께 활발히 개발되고 있다(Niehoff et al., 2005).

유럽연합(EU)에서도 1992년 미국에서 개발한 장치와 유사한 장치를 개발하기 위하여 프로젝트2)를 진행, 시범 운행 등을 거쳐, 1990년대에 VOD라는 회사에서 시스템 개발을 끝냈다. 현재는 SAAB, BENZ 등에서 양산, 적용 중에 있는 등 EU 차원에서의 표준화·법제화를 추진하고 있다.

일본에서는 TMP(주), MMC, 도요타 자동차 등 민간기업과 국가 차원에서 연구를 진행하여, 미국이나 유럽에서 개발한 장치와 유사한 장치를 개발하여, 영업용 차량 4만대, 일반 승용차 2만대 등 6만대의 차량에 대하여 시범 운영을 실시하고 있다.

본 연구와 같은 수요 예측 및 적정 요금 산정에 관한 해외 연구로는 Harris & Konheim(1995), Englisher(1996, 1997), Kim & Vandebona(1999), Polydoropoulou(1996, 1997) 등이 있다. 국내에서는 정현영 & 진재엽(2002)이 대표적으로 연구 업적을 인정받고 있으며, 이를 통하여 사회·경제적으로 많은 기여를 하였다.

## 2. 국내 연구 및 개발 동향

국내 연구로서는 도로교통공단과 쌍용자동차에서 1996년 교통사고 발생 시의 자동차 운행기록을 저장하는 시제품을 개발하여, 차량 탑재 실험을 실시하면서, 해석 프로그램도 구성, 현장 적용 가능성을 일부 확보하였다. 또한 현대자동차에서는 1997년부터 교통사고 기록장치에 대한 개발을 시작하여, 2002년 말과 2003년 초에 걸쳐, 시제품 MOABOX (Mobile Accident Box)를 발표하였으며, 실차 충돌시험과 에어백 모의시험 등

을 통하여 신뢰성을 일부 인정받고 있으며, 양산 시험 규모도 통과하였다.

이러한 연구 결과, 현재 우리나라는 1,000여대의 버스 등 상용 차량에 장착되어 성능을 검증받고 있으며, 산업자원부 기술표준원은 2007년 차량용 블랙박스의 국가 규격을 제정, 고시하였다.

현재 일부 업체에서 사고 상황을 녹화하는 등의 기능을 포함한 차량용 영상기록장치를 시판하고 있으며, ATIS의 교통정보제공 차원에서도 몇몇 지자체에서 택시를 이용한 교통정보수집 활동을 통해 얻어진 정보를 일반 시민들에게 교통정보안내판을 통해 안내하는 등 기본적인 기능도 수행되어지고 있다.

더욱이 최근 들어서는 운전자들의 교통상황과 관련된 교통정보에 대한 관심과 요구가 커지고 있다. 이러한 상황에서 도로교통공단에서는 경찰청의 수주를 받아, 국내 UTIS 시범 시행을 준비하고 있으며, 이를 위하여, 교통정보와 공지사항 제공, 도로 상황에 대한 실시간 영상 제공 기능 등의 개선을 위한 연구를 지속적으로 수행, 성과를 나타내고 있다3).

이상에서 볼 때, 교통 선진국에서는 장비의 개발과 함께, 이용자의 수요와 적정 이용료 수준에 대한 연구가 함께 진행되어 왔지만, 국내에서는 이와 같은 연구에 관심이 부족하여 아직은 미흡한 실정에 있다.

## III. 자료의 수집 및 구성

### 1. 조사의 개요

본 연구는 UTIS 서비스의 기능 중 교통정보 제공과 같은 부가기능에 대한 운전자들의 이용 선호도 및 적정 이용료 산정을 위하여, 부산광역시 운전자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

본 조사는 2008년 1월, 직장 방문을 통하여 실시하였으며, 이에 대한 전반적인 개요는 <표 1>과 같다.

설문조사 단계에서 응답자들의 이해를 높이기 위하여, UTIS 서비스에 대한 외국의 실제 사례와 자료 등을 충분히 제공한 후 응답 조사를 실시함으로써, 이해 부족 등으로 인한 응답 오류를 미연에 방지하였다.

2) SAMOVAR : Safety Assessment Monitoring In Vehicle Automatic Recording

3) 도로교통공단에서는 교통정보센터와 노면 기지국 간, 노면 기지국과 차량 탑재 장치 간, 차량 탑재 장치와 단말기 간의 통신규약을 정의하고, 현장시험 등을 통하여, 성능 구현 및 기능 개선 등을 추진하고 있다.

특히 본 연구에서 설문에 이용되었던 각 시나리오별 배열의 신뢰도 향상을 위해 실험계획법의 일종인 다구저법<sup>4)</sup>을 적용하여, 예상 단축 통행시간과 서비스 이용료를 배열하였다.

## 2. 조사 자료의 구성

본 연구는 UTIS 서비스 이용 수요와 이용료에 대한 적정 수준 산정을 위하여, 사회·경제적 요인과 통행 특성으로 구성되어 있는 개인 특성 자료와 선호 의식 자료를 이용하였다.

〈표 1〉 조사의 개요

조사 일시	- 2008년 1월 16일 ~ 30일(15일간)
대상	- 부산광역시 차량 운전자
내용	- 응답자 개인 속성(연령, 성별, 소득, 직업, 운전 특성 등) - 교통정보 관련 필요성 및 이용 현황 - 가상 시나리오별 UTIS 교통정보의 선호도 - 가상 시나리오별 UTIS 적정 이용료 선호도
설문 수	- 250부(유효 표본 191부)

주) 응답자 중 운전을 하지 않는 표본은 제외함.

〈표 2〉 설문 조사 시 요인별 세부 항목의 변수 설정

설문조사 자료 및 변수		세부 항목
개인 속성 자료	사회·경제적 요인	- 성별(1=남자, 2=여자) - 연령(1=20대, 2=30대, 3=40대, 4=50대, 5=500대 이상) - 직업(1=회사원, 2=공무원, 3=전문직, 4=자영업, 5=학생, 6=주부, 7=운수종사자, 8=기타) - 월 평균 소득(1=100만원 미만, 2=100~200만원, 3=200~300만원, 4=300~400만원, 5=400만원 이상)
	통행 특성 요인	- 운전경력(1=5년 미만, 2=5년~10년, 3=10년~15년, 4=15년~20년, 5=20년 이상) - 운전시간(1=30분 미만, 2=30분~60분, 3=60분~90분, 4=90분 이상) - 일주일 평균 운전횟수(1=안한다, 2=1~2번, 3=3~4번, 4=5~6번, 5=7번 이상) - 일평균 운전시간(1=30분 이내, 2=30분~60분, 3=60분~90분, 4=90분 이상)
선호 의식 자료	SP실험1 (수요 예측 모델)	- 기존의 교통정보에 대한 만족도 등의 기본사항 질의 - 예상단축시간 가정(60분, 90분)시 필요한 교통정보의 종류(3가지) 질의 - 예상단축시간(10분, 20분, 30분)별 교통정보 이용료(200원, 400원, 600원) 가정 시 이용여부 질의
	SP실험2 (적정요금 산정 모델)	- 종량제(기본요금 적용, 미적용) 가정 후, 정보 이용료 변화 시의 일주일 당 이용 횟수를 4가지 범주로 질의(1일 미만, 1~2일 이용, 3~4일 이용, 5일 이상) - 월 정액 가정 후, 이용료 변화 시의 서비스 이용 정도를 4가지 범주로 질의(반드시 비이용, 비이용, 이용, 반드시 이용)

4) 실험계획법은 해결하고자 하는 문제에 대하여 실험을 어떻게 행하고, 데이터를 어떻게 취하며, 어떠한 통계적인 방법으로 데이터를 분석하면 최소의 실험횟수에서 최대의 정보를 얻을 수 있는가를 계획하는 것이다. 다구저법은 SN비(Signal to Noise Ratio)를 이용하는 실험계획법 중의 한 기법이다. 다구저법은 목적에 따라 망목특성, 망대특성, 망소특성 중 자신의 실험 목적에 따라 선택한다(현대 실험계획법(박성현, 1995), 최신 실험계획법(박동규, 1999)).

5) 본 연구에서 예상 통행시간을 60분과 90분으로 선정할 이유는 사전 조사에서 부산광역시 내에서 운전하는 운전자들이 이 통행 시간대에 가장 많이 분포하고 있어, 이 통행 시간대별 특성 파악이 반드시 필요하였기 때문이다. 실제 본 조사에서도 일일 평균 통행시간을 60~90분과 90분 이상으로, 응답한 비율은 각각 27.2%, 53.4%로 높게 나타났다.

## IV. UTIS 서비스 이용 수요 예측

선호 의식 자료로는 이용 수요 예측의 경우, UTIS 서비스 비 이용 시, 예상 통행시간 60분과 90분일 때를 각각 가정하였다. 이러한 가정 하에서, UTIS 서비스 이용으로 인하여 받게 되는 혜택과 지·정체를 포함으로서 단축되는 예상 통행시간 등에 대한 교통정보 제공 그리고 이용료의 적정 수준을 가상으로 제공하였을 때의 이용 여부를 질의하였다<sup>5)</sup>.

다음으로 이용료의 적정 수준 산정 부분에서는 각 UTIS 서비스 이용료 지불 방식에 따른 이용료 변화별 운전자 교통정보 이용 행태를 4가지의 범주로 나누어 질의하였다. 설문조사 시의 각 요인별 세부 항목은 〈표 2〉에서 제시한 바와 같다.

### 1. UTIS 서비스 선호도 분석

UTIS 서비스 이용 수요 예측 모델 구축을 위한 선호 의식 조사는 UTIS 기능 중 일명 자동차용 블랙박스라 지칭하는 교통사고 기록 저장 및 자동 통보 기능 등은 필

〈표 3〉 가상 시나리오별 UTIS 서비스 이용 응답률

예상 단축 통행 시간	UTIS 정보 이용료	UTIS 이용률	
		조건 I 60분 주행	조건 II 90분 주행
10분	600원/일	23.0%	17.3%
10분	400원/일	26.2%	24.6%
10분	200원/일	64.4%	59.2%
20분	600원/일	32.5%	26.2%
20분	400원/일	48.2%	46.6%
20분	200원/일	77.5%	75.4%
30분	600원/일	46.6%	42.9%
30분	400원/일	64.4%	62.8%
30분	200원/일	94.8%	95.8%

〈표 4〉 교통정보 관련 이용자 응답 특성 (%)

항목	척도				
	1	2	3	4	5
교통정보의 필요성	32.5	55.5	10.5	1.0	0.5
이용 교통정보 만족도	3.1	19.4	65.4	11.0	1.0
교통정보 의존도	8.4	23.6	46.6	8.3	3.1
교통정보 신뢰도	8.4	43.5	40.3	6.8	1.0
교통정보 정확도	8.4	35.6	46.1	8.91	1.0
교통정보 상세도	5.8	29.3	53.4	10.5	1.0
운행 노선과 연관성	8.9	40.3	36.6	12.0	2.1

주) 척도는 리커트 척도임.

1(매우 그렇다) ◀◀ 3(보통) ▶▶ 5(매우 아니다)

수 기능으로서, 기본요금(미정)만으로 제공하는 것)을 전제로 하였다.

최근 수요가 급증하고 있는 교통정보 제공과 같은 부가기능에 대해서는 가상의 두 조건 하에서, UTIS 서비스 이용 의사에 대한 질문을 하여, 그 응답 결과를 다음의 〈표 3〉에서 나타내었다. 이를 분석하면, 이용 의사가 조건 II(주행시간 90분)에서 통행 시간 단축 정도가 10분, 정보 이용료가 600원일 때 17.3%로 가장 낮게 나타났다. 반면에, 조건 II(주행시간 90분)에서 통행 시간 단축 정도가 30분, 정보 이용료가 200원 일 때 95.8%로 가장 높게 나타남을 알 수 있다.

응답자들이 주로 이용하는 교통정보에 대한 반응도를 〈표 4〉에 정리하였다.

현재 이용하는 교통정보에 대하여 운전자 대부분이

만족하고는 있지만, 상세도와 만족도 부문에서는 그다지 만족하고 있지 못하고 있다. 하지만 운행 노선의 결정에는 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

가상의 운행 조건인 조건 I(주행시간 60분)과 조건 II(주행시간 90분) 하에서, 이용자들이 희망하는 3가지 유형의 교통정보에 대하여 질의를 한 결과, 〈표 5〉에서 보는 바와 같다.

주행 시간이 길어질수록, 현재의 위치 확인이나 경로 안내 정보보다는 운행 중 교통 체증 및 혼잡 등에 관한 정보를 더 필요로 한 것으로 나타나, 운행 시간의 변화에 따라 운전자들이 필요로 하는 교통정보의 종류가 달라지고 있음을 확인할 수 있었다.

## 2. UTIS 서비스 이용 수요 예측 모델

본 연구에서는 이항 로짓 모델(Binary Logit Model)을 이용하여, UTIS의 교통정보 제공 서비스 이용 수요 예측 모델을 구축하였다<sup>7)</sup>.

우선 서비스 이용 여부에 영향을 미칠 수 있다고 여겨지는 모든 변수를 투입한 뒤, 상수항만으로 모델을 시작하여 각 단계마다 모델에 들어있지 않은 변수들 중에서 선택한 통계량의 유의수준이 진입 기준보다 낮은 경우에 유의확률이 가장 낮은 변수를 다음 단계의 진입변수로 선정하는 전진 단계적 선택을 사용하였다.

이 때 각 회귀계수의 유의성을 검증하고자 Wald<sup>8)</sup> 값에 의하여, 유의수준 0.05에서 유효하다고 판단되는

〈표 5〉 가상 시나리오별 희망 교통정보

교통정보의 종류	주행조건 (60분)	조건 I (60분)	조건 II (90분)
- 운행 중 교통체증 및 혼잡정보		67.5%	69.6%
- 목적지까지의 최소 통행시간(거리) 노선 정보		47.6%	49.2%
- 긴급 시 구조서비스(인근 병·의원)으로의 교통사고 정보 통보)		24.6%	22.5%
- 교통사고 및 도로공사 정보		19.9%	22.0%
- 혼잡 시 우회도로 정보		52.9%	51.8%
- 현재 위치 확인 및 경로안내 정보		23.6%	19.9%

- 사건 연구를 통하여, 기본요금을 통하여 기본적인 서비스를 제공하면서, 교통정보 등의 부가기능은 이용할 때, 추가로 부담하는 것을 운전자들이 선호하였고, 실제 본 연구에서도 같은 결과가 V장에서 나타났다.
- 본 연구에서는 UTIS 서비스 이용수요 예측을 위해서, 효율 최대 기준에 바탕을 둔 로짓 모델(Logit Model)이나 프로빗 모델(Probit Model) 등과 같은 확률 선택모델인 개별 행태모델을 이용하였는바, 이 중에서 특히 로짓 모델은 IIA(Independence of Irrelevant Alternative Property) 특성 등의 이론적인 한계는 있지만, 함수 형태가 간단하고, 계수 추정 등 조작성이 높기 때문에, 교통수요 예측분야에서 널리 이용되고 있다.
- 선형 회귀분석에서 각 공변량의 회귀계수에 대한 유의성 검증은 t 통계량 값에 의해 이루어졌으나, 로지스틱 회귀모델에서의 각 회귀계수에 대한 유의성 검증은 Wald 값에 의해 검증된다. Wald 통계량 값 = (회귀계수 추정치 / 표준오차)<sup>2</sup>

〈표 6〉 조건별 방정식에 포함된 변수

설명변수	B		S.E.		Wald		자유도		유의확률		Exp(B)	
	조건 I	조건 II	조건 I	조건 II	조건 I	조건 II	조건 I	조건 II	조건 I	조건 II	조건 I	조건 II
상수	.930	1.288	.357	.365	6.811	12.472	1	1	.009	.000	2.536	3.625
요금	-1.115	-1.235	.073	.076	231.590	263.113	1	1	.000	.000	.328	.291
시간	.792	.901	.071	.074	124.253	149.763	1	1	.000	.000	2.209	2.461
직업					27.748	22.076	7	7	.000	.002		
직업(1)	-.570	-.602	.261	.268	4.761	5.050	1	1	.029	.025	.566	.548
직업(2)	.360	-.200	.801	.819	.202	.060	1	1	.653	.807	1.433	.819
직업(3)	-.791	-.898	.363	.373	4.739	5.784	1	1	.029	.016	.453	.407
직업(4)	-.926	-.989	.258	.264	12.908	14.044	1	1	.000	.000	.396	.372
직업(5)	.590	-.126	.421	.424	1.961	.088	1	1	.161	.767	1.804	.882
직업(6)	-.214	-.488	.300	.308	.507	2.518	1	1	.476	.113	.808	.614
직업(7)	-.376	-.309	.249	.255	2.280	1.475	1	1	.131	.225	.687	.734
소득					18.052	21.886	4	4	.001	.000		
소득(1)	-.849	-.827	.264	.269	10.316	9.449	1	1	.001	.002	.428	.437
소득(2)	-.360	-.275	.202	.207	3.177	1.775	1	1	.075	.183	.697	.759
소득(3)	-.067	-.109	.220	.225	.094	.235	1	1	.759	.628	.935	.897
소득(4)	.155	.461	.265	.273	.341	2.839	1	1	.559	.092	1.168	1.585
운전경력					26.625	27.188	4	4	.000	.000		
운전경력(1)	-.297	-.247	.245	.248	1.461	.988	1	1	.227	.320	.743	.781
운전경력(2)	.416	.447	.209	.213	3.971	4.427	1	1	.046	.035	1.515	1.564
운전경력(3)	.667	.695	.181	.185	13.616	14.147	1	1	.000	.000	1.947	2.003
운전경력(4)	.126	.088	.177	.179	.513	.243	1	1	.474	.622	1.135	1.092
운전시간					31.632	37.617	3	3	.000	.000		
운전시간(1)	1.385	1.135	.293	.297	22.420	14.611	1	1	.000	.000	3.996	3.110
운전시간(2)	.473	.209	.181	.184	6.865	1.289	1	1	.009	.256	1.605	1.233
운전시간(3)	-.126	-.529	.145	.149	.758	12.694	1	1	.384	.000	.882	.589
-2Log우도(초기 -2Log우도)			1918.932(2376.622)				1856.737(2382.942)					
Cox와 Snell의 R <sup>2</sup>			0.234				0.264					
Nagelkerke R <sup>2</sup>			0.312				0.352					

변수들만을 고려하여, 모델을 구축한 결과가 〈표 6〉과 같이 나타났다. 또한 가상의 조건 I과 II의 상황에서, 서비스 이용 수요 예측 모델을 구축하였는바, 모델은 가상의 두 조건 모두 6단계에서 완성되었다.

가상의 조건 I(주행시간 60분), II(주행시간 90분) 모두 모델에 포함된 변수는 정보 이용료(요금), 가상의 예상 통행시간(시간), 직업, 소득, 운전경력, 하루 평균 운전시간으로 두 가상의 조건 모두 같은 결과가 나타났다. 변수 중 정보 이용료(요금)와 가상 주행시간(시간)은 일정 간격으로 증가하고, 이들 변수 사이의 중간 값 특성을 파악해야 함으로, 연속형을, 그 외 변수는 척도형인 관계로, 범주형 변수로 하여 모델을 구축하였다.

모델 구축 결과를 통해, 정보 이용료(요금)가 증가할 수록 이용률이 떨어지고, 가상의 주행시간이 길어질수록

이용률이 높아짐을 알 수 있다. 또한 범주형 자료의 척도 별로 모델에 미치는 영향도 파악할 수 있다.

금번 연구에서는 결정계수(R<sup>2</sup>)를 통한 모델의 검증을 위하여, Cox와 Snell의 R<sup>2</sup> 값과 이를 수정한 Nagelkerke R<sup>2</sup>을 사용하였다. 그 값이 0.23~0.35로서 모델의 설명력을 잘 나타냄을 알 수 있다<sup>9)</sup>.

또한 모델이 종속변수를 얼마나 잘 설명하고 있는지를 평가하기 위하여, -2LL(-2 로그 우도)값을 이용하여 적합도 분석을 시행한 결과, 초기 상수항 만을 적용한 -2LL 값이 2376.622(조건 I), 2382.942(조건 II)로 나타났다.

하지만 최종 모델을 적용하면, 1918.932(조건 I), 1856.737(조건 II)로 나타나, 초기 모델보다 20~25% 이상 유의하게 향상되었음을 알 수 있다.

9) Cox와 Snell(1989)의 R<sup>2</sup>는 최대 가능도 측정법을 이용할 때, 기존의 R<sup>2</sup>를 일반화한 것이다. Nagelkerke(1991)가 제안한 통계량은 0에서 1 사이의 값을 갖도록 수정된 R<sup>2</sup> 값이다. 일반적인 R<sup>2</sup>에 비해, Cox와 Snell, Nagelkerke)의 R<sup>2</sup>은 비교적 적은 값을 갖게 되는데, 로지스틱 회귀분석에서는 단지 참고 정보로 이용되며, 0.2~0.3은 양호한 수치이다(김순귀 외, 2003).

### 3. UTIS 서비스 이용률 산정

구축된 모델의 특정 개인에 대한 6가지 변수로 UTIS 서비스의 이용률을 파악할 수도 있다. 예를 들어, 60분 주행의 가정 하에서, 정보 이용료가 400원, 가상의 통행 단축시간 20분, 회사원, 월 250만원의 소득, 8년의 운전경력, 하루 평균 70분을 운행특성을 가진 운전자의 UTIS 이용 확률을 추정하면 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 U_{UTIS\text{이용}} &= \text{상수} + \text{요금} \times 2 + \text{시간} \times 2 + \text{직업(1)} \quad (1) \\
 &\quad + \text{소득(3)} + \text{운전경력(2)} + \text{운전시간(3)} \\
 &= 0.930 - 1.115 \times 2 + 0.792 \times 2 \\
 &\quad - 0.570 - 0.067 + 0.416 - 0.126 \\
 &= -0.063
 \end{aligned}$$

이를 이항 로짓 함수의 역변환을 통해 확률 값으로 변환하면, 48.4%이다. 이와 같은 방법으로, 앞서 구축한 모델을 통해 금번 연구 대상자들의 평균으로 각 시나리오별 추정 이용률을 나타내어 보면, <표 7>과 <그림 1>에서와 같이 나타났다.

추정된 서비스 이용률을 실제 응답치와 비교·분석한 결과 투입된 변수 중 6개의 변수들이 가상의 두 조건에서 채택된 바, 추정 이용률이 실제보다 조금 낮게 나타났다.

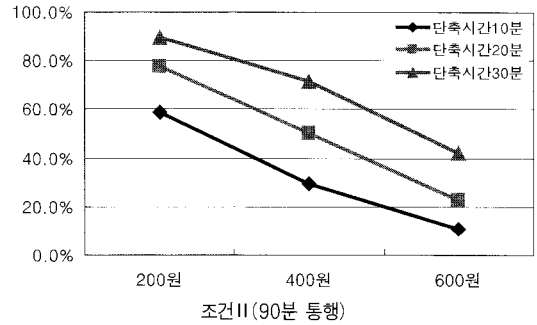
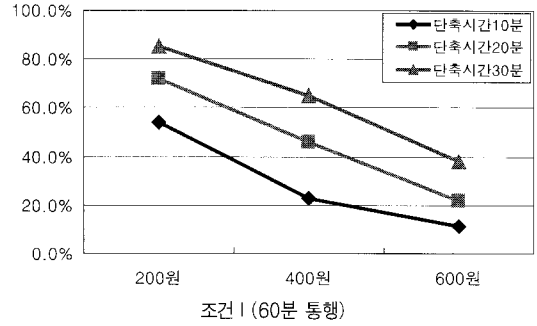
### V. UTIS 서비스 지불 방식별 이용료 적정수준 산정

#### 1. UTIS 서비스 지불방식별 선호도 분석

설문조사에서 이용 응답자를 대상으로, 지불 방식에 따른 이용료별 서비스 이용 행태에 대한 응답 결과는 <표 8>와 같이 나타났다.

<표 7> 모델별 추정된 UTIS 서비스 이용률

예상 단축 통행 시간	UTIS 정보 이용료	UTIS 이용률	
		조건 I (60분 통행)	조건 II (90분 통행)
10분	600원/일	11.2%	10.7%
10분	400원/일	27.7%	29.2%
10분	200원/일	53.9%	58.6%
20분	600원/일	21.7%	22.8%
20분	400원/일	45.8%	50.3%
20분	200원/일	72.1%	77.7%
30분	600원/일	38.0%	42.1%
30분	400원/일	65.1%	71.4%
30분	200원/일	85.1%	89.6%



<그림 1> 모델별 추정된 UTIS 서비스 이용률

<표 8> 지불 방식별 UTIS 서비스 이용률

이용료	일주일 동안의 이용 횟수				
	1일 미만	1-2일	3-4일	5일 이상	
종량제 I (기본료 부과)	300원	13.1%	25.1%	23.6%	38.2%
	400원	27.7%	25.7%	23.0%	23.6%
	500원	40.8%	28.3%	15.2%	15.7%
	600원	56.5%	19.9%	11.5%	12.0%
	700원	63.4%	14.7%	8.9%	13.1%
종량제 II (기본료 미부과)	600원	23.0%	28.3%	24.6%	24.1%
	800원	35.6%	32.5%	17.3%	14.7%
	1,000원	59.2%	18.8%	10.5%	11.5%
	1,200원	66.5%	15.2%	7.9%	10.5%
1,400원	72.8%	10.5%	6.3%	10.5%	
이용료	반드시 비이용	비이용	이용	반드시 이용	
	6,000원 미만	4.7%	5.2%	35.6%	54.5%
	6,000원- 10,000원	8.9%	24.6%	42.4%	24.1%
	10,000원 -14,000원	23.0%	36.1%	27.2%	13.6%
	14,000원 -18,000원	37.2%	35.1%	19.4%	8.4%
	18,000원 이상	45.5%	34.0%	13.6%	6.8%

여기서 이용료가 높아질수록, 설문조사의 이용 응답률이 낮아져 일반적인 판단과 일치하므로, 설문조사 결과가 타당함을 알 수 있었다.

운전자들은 서비스를 이용할 때, 기본요금(미정)을 통하여 필수적인 기능을 제공받으면서, 교통정보와 같은 부가기능은 이용할 때, 추가로 부담하는 것을 선호하고 있었으며, 월별 정액제의 경우에는 10,000원이 넘어가면, 이용률이 급감함을 알 수 있다.

## 2. UTIS 서비스 지불 방식별 이용률 산정

### 1) 이용료 지불 방식별 이용 형태 고찰

본 연구에서는, 앞서 채택한 이용료 지불 방식별 UTIS 서비스 이용료 수준의 변화에 따른 실제 운전자들의 이용 행태를 분석하기 위하여, 순서형 프로빗 모델(Ordered Probit Model)<sup>10)</sup>을 이용하였다.

이에 대한 기본 개념을 살펴보면, 먼저 순서형 확률모델은 다음의 식(2)와 같이 나타낼 수 있다. 여기에서  $\varepsilon$ 를 표준 정규분포(Standard Normal Distribution)로 가정한 경우를 순서형 프로빗 모델이라고 하며, 표준 로짓 분포(Standard Logistic Distribution)로 가정한 것이 순서형 로짓 모델이다.

$$y = \beta_{\varepsilon} + \varepsilon_i \tag{2}$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, 1)$$

본 연구에서는  $\varepsilon$ 를 표준 정규분포를 가정한 순서형 프로빗 모델을 채택하였다. 여기서 각 대안별 선택 확률을 나타내면, 식(3)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} Prob[y=0] &= \Phi(-\beta X) \\ Prob[y=1] &= \Phi(\mu_1 - \beta X) - \Phi(-\beta X) \\ Prob[y=2] &= \Phi(\mu_2 - \beta X) - \Phi(\mu_1 - \beta X) \\ &\vdots \\ Prob[y=J] &= 1 - \Phi(\mu_{J-1} - \beta X) \end{aligned} \tag{3}$$

이를 본 연구에서 적용하고자 하는 각 지불 방식마다 4가지의 대안별 선택 확률에 나타내면, 식(4)와 같다. 식(4)을 이용하면, 이용료 지불 방식별 이용료 수준 변화에 따른 4가지 이용 형태별 이용률을 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} Prob[y=0] &= \Phi(-\beta X) \\ Prob[y=1] &= \Phi(\mu_1 - \beta X) - \Phi(-\beta X) \\ Prob[y=2] &= \Phi(\mu_2 - \beta X) - \Phi(\mu_1 - \beta X) \\ Prob[y=3] &= 1 - \Phi(\mu_2 - \beta X) \end{aligned} \tag{4}$$

### 2) 지불 방식별 순서형 프로빗 모델 결과 고찰

지불 방식별 이용료 수준에 따른 UTIS 서비스 이용 형태별 이용률을 파악하기 위하여, 서비스 이용에 영향을 미친다고 생각되는 모든 변수를 투입하여 순서형 프로빗 모델을 구축하였다. 구축된 지불 방식별(종량제 I, 종량제 II, 월 정액제) 이용료에 따른 UTIS 서비스 이용 형태별 순서형 프로빗 모델의 결과는 <표 9>와 <표 10>과 같이 나타났으며, 이를 통해 지불 방식별 순서형 프로빗 모델을 구축하였다.

구축된 모델을 분석하면, 종량제 I(기본료 적용 시), 종량제 II(기본료 미 적용 시), 월 정액제의 3가지 요금 조건에서 각각의 변수 척도별 모델에 미치는 영향을 정확히 분석할 수 있다. 예를 들어, 종량제 조건에서 변수 중 연령의 경우 척도 1(20대)~3(40대)과 같이, 젊을수록 B 추정 값의 음(-)의 값이 커져, 이용 의지가 낮게 나타나고, 척도 4(50대), 5(60대 이상)와 같이, 연령이 증가하면 B 추정 값이 양(+)로 나타나, 이용 의지가 높아짐을 알 수 있다. 이와 같이, 각각의 변수 척도별 값을 통해 정확한 특성 파악이 가능하다.

또한 금번 연구의 모델에 포함된 한계치는 모델 내에서 앞선 이항 로짓 모델에서의 상수와 같이 사용되었고, 모델의 확률 추정에 식(5)와 같이 사용되었으며, 이를 통해 추정된 이용률이 <표 11>이다.

$$\begin{aligned} Prob[y=1] &= \text{한계치}1 - \beta X \\ Prob[y=2] &= (\text{한계치}2 - \beta X) - Prob[y=1] \\ Prob[y=3] &= (\text{한계치}3 - \beta X) - Prob[y=2] \\ Prob[y=4] &= 1 - Prob[y=3] \end{aligned} \tag{5}$$

구축된 모델의 적합도를 판단하는 기준으로 이용되는 -2LL(-2 로그 우도) 값의 경우는 초기 상수항 만을 적용한 경우, 2416.603(종량제 I), 2196.646(종량제 II), 2521.334(월 정액제)이었던 것이 모델을 적용 후에는 2280.603(종량제 I), 2073.646(종량제 II), 2163.748(월 정액제)로 모델의 적합도가 7~17% 이상 향상된 것으로 나타났다. 하지만 이는 모델의 적합도 향상만을 파악하고, 모델의 유의성을 검증하기는 어렵다. 따라서 이를 검증하기 위하여, MF 검증 결과를 보면, 종량제 I, II, 월 정액제 모든 모델에서, 유의확률

10) 본 연구는 이용료 지불 방식별 UTIS 서비스 이용료 수준의 변화에 따라, 실제 운전자들의 이용 행태를 4범주의 순서형 선택 대안으로 분석하기 위해서 종속변수가 순서형일 경우 가장 적절한 순서형 프로빗 모델을 이용하였다.



〈표 9〉 종량제 조건별 순서형 프로빗 분석 결과

설명변수	B 추정값		표준 오차		Wald		자유도		PAR 유의확률		
	종량I	종량II	종량I	종량II	종량I	종량II	종량I	종량II	종량I	종량II	
한계치	[한계치 = 1]	-.180	-.320	.338	.345	.283	.860	1	1	.595	.354
	[한계치 = 2]	.484	.306	.338	.345	2.049	.786	1	1	.152	.375
	[한계치 = 3]	1.006	.813	.339	.346	8.809	5.527	1	1	.003	.019
위치	이용료	-.144	-.162	.026	.027	31.137	36.727	1	1	.000	.000
	[성별=1]	.608	.093	.178	.179	11.663	.271	1	1	.001	.603
	[성별=2]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.
	[연령=1]	-.916	-.447	.248	.253	13.638	3.128	1	1	.000	.077
	[연령=2]	-.318	-.413	.193	.198	2.722	4.338	1	1	.099	.037
	[연령=3]	-.285	-.271	.179	.182	2.548	2.216	1	1	.110	.137
	[연령=4]	.017	.047	.169	.172	.010	.076	1	1	.919	.782
	[연령=5]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.
	[직업=1]	-.059	.112	.174	.179	.113	.389	1	1	.736	.533
	[직업=2]	.695	-.579	.562	.607	1.532	.908	1	1	.216	.341
	[직업=3]	-.238	-.158	.250	.259	.912	.373	1	1	.340	.541
	[직업=4]	-.041	.087	.174	.178	.055	.237	1	1	.815	.626
	[직업=5]	-.210	-.351	.335	.351	.394	1.002	1	1	.530	.317
	[직업=6]	.288	-.052	.260	.263	1.231	.039	1	1	.267	.842
	[직업=7]	-.108	-.078	.168	.171	.409	.207	1	1	.522	.649
	[직업=8]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.
	[소득=1]	-.034	.239	.182	.190	.035	1.589	1	1	.851	.207
	[소득=2]	.414	.506	.137	.144	9.146	12.377	1	1	.002	.000
	[소득=3]	.334	.372	.146	.154	5.235	5.859	1	1	.022	.015
	[소득=4]	.199	.051	.186	.195	1.145	.067	1	1	.285	.795
	[소득=5]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.
	[운전경력=1]	.570	.161	.188	.194	9.180	.695	1	1	.002	.405
	[운전경력=2]	.266	-.025	.157	.162	2.879	.025	1	1	.090	.875
	[운전경력=3]	-.111	-.135	.125	.128	.783	1.111	1	1	.376	.292
	[운전경력=4]	.035	-.055	.116	.119	.091	.218	1	1	.763	.640
	[운전경력=5]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.
	[운전횟수=1]	-.128	.067	.396	.446	.105	.022	1	1	.746	.881
	[운전횟수=2]	-.297	.003	.184	.189	2.596	.000	1	1	.107	.987
[운전횟수=3]	-.416	-.080	.138	.141	9.035	.325	1	1	.003	.568	
[운전횟수=4]	.048	.086	.091	.094	.275	.842	1	1	.600	.359	
[운전횟수=5]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.	
[운전시간=1]	-.649	-.891	.334	.375	3.778	5.632	1	1	.052	.018	
[운전시간=2]	.106	-.298	.135	.140	.625	4.517	1	1	.429	.034	
[운전시간=3]	-.041	-.088	.098	.100	.174	.765	1	1	.676	.382	
[운전시간=4]	0(a)	0(a)	.	.	.	.	0	0	.	.	
-2Log우도(초기 -2Log우도)					종량I		종량II				
					2280.603(2416.603)		2073.646(2196.629)				
MF 검증	$\chi^2$				135.976		122.983				
	자유도				28		28				
	유의확률				0.000		0.000				
TPL 검증	$\chi^2$				75.904		-				
	자유도				56		-				
	유의확률				0.040		-				

주) a : 현재 모수는 중복되므로 0으로 설정됩니다.

이 0.000으로 매우 양호하게 나타났다. 검증하는 TPL 검증 결과에서도 모델의 구축이 잘 되었  
또한 함께 제시된  $\chi^2$ , 자유도 등을 고려하여 유의성을 음을 알 수 있었다<sup>11)</sup>.

11) 일반적으로 MF(Model Fit) 검증은 주로 모델의 유의확률을 확인하기 위하여 사용하는 검증방법이며, TPL(Test of Parallel Lines) 검증은 위치 요소만을 포함한 모델에 대해, 평행성 검증을 통하여 모든 범주들에 대한 모수들이 동일하다는 가설이 사실인지를 평가하기 위하여 주로 이용하는 모델 검증 방법임.

<표 10> 월 정액제 순서형 프로빗 분석 결과

설명변수		B 추정값	표준 오차	Wald	자유도	PAR 유의확률	95% 신뢰구간	
							하한	상한
한계치	[한계치 = 1]	-2.175	.337	41.577	1	.000	-2.837	-1.514
	[한계치 = 2]	-1.194	.334	12.767	1	.000	-1.850	-.539
	[한계치 = 3]	-.268	.333	.651	1	.420	-.920	.384
위치	이용료	-.382	.027	202.537	1	.000	-.434	-.329
	[성별=1]	.462	.170	7.414	1	.006	.130	.795
	[성별=2]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[연령=1]	-1.203	.245	24.103	1	.000	-1.683	-.722
	[연령=2]	-.919	.193	22.748	1	.000	-1.296	-.541
	[연령=3]	-.937	.179	27.409	1	.000	-1.287	-.586
	[연령=4]	-.644	.169	14.469	1	.000	-.976	-.312
	[연령=5]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[직업=1]	-.653	.173	14.178	1	.000	-.992	-.313
	[직업=2]	-.884	.562	2.471	1	.116	-1.987	.218
	[직업=3]	-.299	.243	1.514	1	.219	-.776	.177
	[직업=4]	-.390	.173	5.078	1	.024	-.729	-.051
	[직업=5]	-.038	.311	.015	1	.903	-.648	.572
	[직업=6]	-.155	.252	.381	1	.537	-.649	.338
	[직업=7]	-.106	.166	.409	1	.522	-.432	.220
	[직업=8]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[소득=1]	-.149	.179	.688	1	.407	-.501	.203
	[소득=2]	.508	.136	13.918	1	.000	.241	.775
	[소득=3]	.473	.145	10.637	1	.001	.189	.758
	[소득=4]	-.112	.186	.366	1	.545	-.477	.252
	[소득=5]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[운전경력=1]	.438	.186	5.574	1	.018	.074	.802
	[운전경력=2]	.344	.155	4.911	1	.027	.040	.649
	[운전경력=3]	-.030	.125	.059	1	.808	-.274	.214
	[운전경력=4]	.127	.116	1.203	1	.273	-.100	.355
	[운전경력=5]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[운전횟수=1]	-.431	.385	1.249	1	.264	-1.186	.325
	[운전횟수=2]	.458	.180	6.511	1	.011	.106	.810
	[운전횟수=3]	-.030	.135	.048	1	.827	-.295	.235
	[운전횟수=4]	.187	.091	4.267	1	.039	.010	.364
	[운전횟수=5]	0(a)	.	.	0	.	.	.
	[운전시간=1]	-.169	.328	.265	1	.606	-.811	.473
[운전시간=2]	-.311	.133	5.485	1	.019	-.572	-.051	
[운전시간=3]	-.104	.097	1.161	1	.281	-.294	.086	
[운전시간=4]	0(a)	.	.	0	.	.	.	
-2Log우도(초기 -2Log우도)						2163.748(2521.334)		
MF 검증		$\chi^2$				357.586		
		자유도				28		
		유의확률				0.000		
TPL 검증		$\chi^2$				142.441		
		자유도				56		
		유의확률				0.000		
Cox와 Snell의 R <sup>2</sup>		0.312						
Nagelkerke R <sup>2</sup>		0.334						

주) a : 현재 모수는 중복되므로 0으로 설정됩니다.

〈표 11〉 모델별 추정된 지불 방식별 서비스 이용률

이용료		일주일 동안의 이용 횟수			
		1일 미만	1-2일	3-4일	5일 이상
종량제 I (기본료 부과)	300원	29.6%	25.5%	19.1%	25.8%
	400원	34.7%	26.0%	17.9%	21.4%
	500원	40.2%	25.9%	16.5%	17.4%
	600원	45.8%	25.4%	14.8%	14.0%
	700원	51.5%	24.3%	13.1%	11.0%
종량제 II (기본료 미부과)	600원	39.6%	24.5%	16.6%	19.2%
	800원	46.0%	24.0%	14.9%	15.1%
	1,000원	52.5%	23.0%	13.0%	11.6%
	1,200원	58.8%	21.4%	11.0%	8.7%
이용료	1,400원	65.0%	19.4%	9.1%	6.4%
		반드시 비이용	비이용	이용	반드시 이용
월별 정액제	6,000원 미만	6.9%	23.9%	35.6%	33.6%
	6,000원- 10,000원	13.5%	31.7%	33.8%	21.0%
	10,000원- 14,000원	23.6%	36.7%	27.9%	11.7%
	14,000원- 18,000원	36.8%	37.2%	20.2%	5.8%
	18,000원 이상	51.8%	33.0%	12.7%	2.5%

### 3. UTIS 서비스 이용료 지불 방식별 민감도 분석

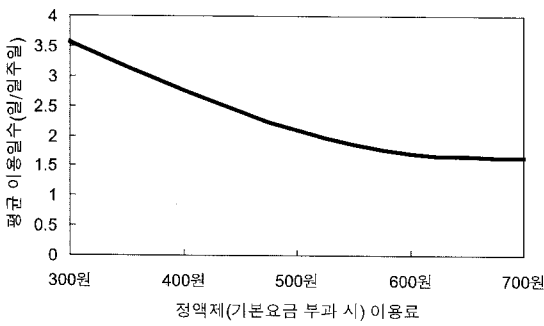
일반적으로 요금에 대한 수요의 민감도가 둔한 경우에는 추정 모델을 사용하여 단위 탄력성을 구하고, 이를 통하여, 적정 요금 및 수요를 추정할 수 있다.

그러나 금번 연구와 같이, 요금에 대한 수요가 매우 민감한 경우는 실제 이용 응답률과 추정률이 조금만 달라도, 그 결과 값이 유의성과 객관성이 많이 상실되게 된다. 실제 설문 응답 시, 구간 요금이 제시되어 응답하지만, 모델의 추정률은 일정 금액에 대해 계산하고, 모델 구축에 있어 변수의 탈락 등이 발생하여, 추정치가 실제 희망 이용률에 비해 낮게 나타나 실제보다 높은 이용금액이 산정되었다.

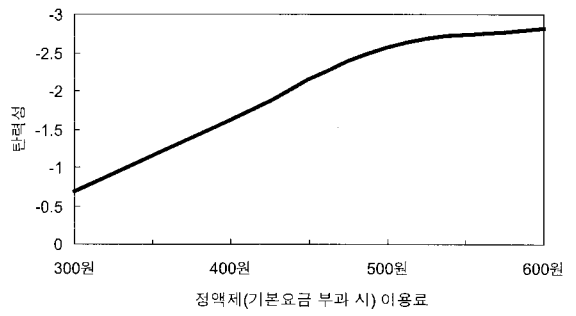
이러한 이유로 금번 연구에서는 세 가지 조건에서의 가상적 요금제 하에서, 각각의 요금에 대한 모델 추정률이 아닌 실제 응답률을 통하여 제시하였다.

#### 1) 종량제 지불 방식별 민감도 분석

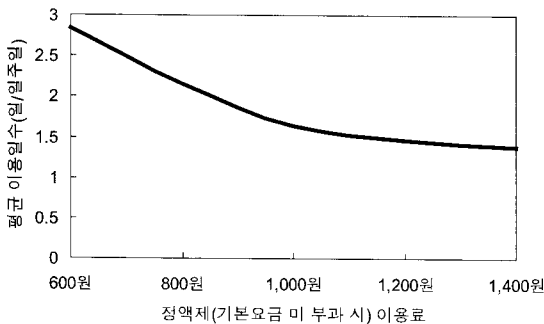
종량제 지불 방식에서 이용료에 따른 UTIS 서비스



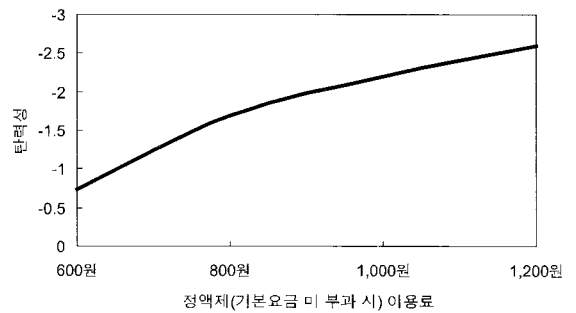
종량제 I (기본료 적용) 서비스 이용 일수



종량제 I (기본료 적용) 민감도 분석



종량제 II (기본료 미적용) 서비스 이용 일수



종량제 II (기본료 미적용) 민감도 분석

〈그림 2〉 종량제 방식별 UTIS 서비스 이용률과 민감도 분석

이용 의사를 나타내는 범주는 '1일 미만', '1~2일', '3~4일', '5일 이상'이다. 여기서 각 범주를 대표할 수 있는 평균 통화 횟수를 범주의 중간 값으로 가정하면, '1일 미만'의 경우, 일주일 당 평균 0.5일 이용을, '1~2일'은 1.5일, '3~4일'은 3.5일, '5일 이상'은 6일로 가정한다. 즉, 특정 개인(n)의 통화 당 지불 방식(C) 하에서 UTIS 서비스의 일주일 당 평균 이용 횟수가 아래와 같을 때, 특정 개인(n)의 일주일 당 평균 이용 일수(Cn)는 식(6)과 같다.

또한 전체 표본에서 일주일 당 평균 이용 일수(C)는 다음의 식(7)과 같고, 통화 당 이용료 수준에 따라, 전체 표본의 일주일 당 평균 통화 횟수와 이를 이용한 이용료 수준에 따른 평균 통화 횟수의 탄력성을 분석하면, <그림 2>와 같다.

$$C_n = 6 \times P(y_{cn} = 4) + 3.5 \times P(y_{cn} = 3) + 1.5 \times P(y_{cn} = 2) + 0.5 \times P(y_{cn} = 1) \quad (6)$$

$y_{cn} = 1$ : 1일 미만  
 $y_{cn} = 2$ : 1-2일  
 $y_{cn} = 3$ : 3-4일  
 $y_{cn} = 4$ : 5일 이상

$$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N C_n \quad (7)$$

교통정보 이용을 통하여, 통행 시간이 단축된다는 가정 하에서, 정보 이용료가 0원일 때 UTIS 서비스 이용 확률은 약 100%에 육박하지만, 반대로 이용료가 증가할수록 낮아진다. 이로 인하여, 이용료가 증가할수록 탄력성은 점점 더 커지게 된다. 여기서 탄력성이 (-1)이 되는 점이 가격의 단위 변화에 따른 수요의 단위 변화가

일치하는 단위 탄력점이 된다.

즉, 이용자의 한계 비용이 0이 되어, 이용자 입장에서 최대의 이익을 가져다 줄 수 있는 최적의 이용료가 되는 것이다. 이와 같은 방식으로 각 지불 방식별 최적 이용료를 산정하면, 종량제 I(기본료 적용)에서는 330원, 종량제 II(기본료 미 적용)에서는 650원으로 나타났다.

일반적으로 요금제의 선택에서 단위 탄력점에서의 이용률이 더 높은 방식을 선택하지만, 실제 현실에서는 시장의 위험을 줄이기 위하여, 대부분 여러 가지 지불 방식을 동시에 사용하는 방식을 채택하고 있다.

2) 월별 정액제 지불 방식의 민감도 분석

월 정액제 지불 방식에서 이용료에 따른 UTIS 서비스 이용 의사를 나타내는 범주는 '반드시 비이용', '비이용', '이용', '반드시 이용'이다.

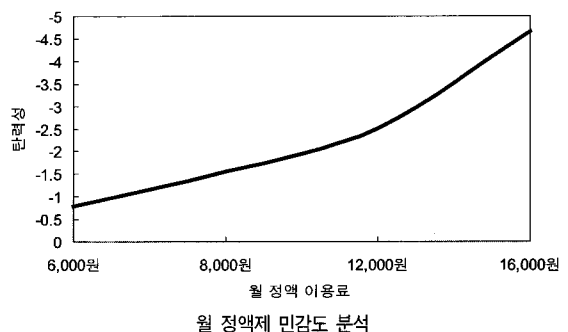
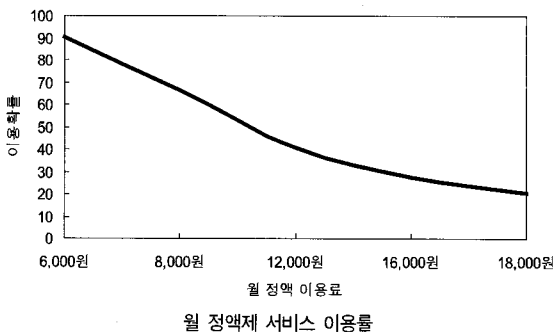
월별 정액제의 경우, 개인(n)이 이용료 변화에 따른 서비스의 실제 이용 확률은 '반드시 이용'과 '이용'의 이용률을 합한 것과 같으므로, 이를 식으로 나타내면, 식(8)과 같다.

$$P_n(\text{월별 정액제}) = P(y_n=1) + P(y_n=2) \quad (8)$$

$y_{m n} = 1$ : 반드시 비이용  
 $y_{m n} = 2$ : 비이용  
 $y_{m n} = 3$ : 이용  
 $y_{m n} = 4$ : 반드시 이용

이를 통하여, 전체 월별 정액제 이용 확률은 구하는 식은 다음의 식(9)가 된다.

$$P_0(\text{월별 정액제}) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P_n(\text{월별 정액제}) \quad (9)$$



<그림 3> 월 정액제 서비스 이용률과 민감도 분석

이는 전체 표본의 이용료 변화에 따른 UTIS 서비스의 이용 확률을 나타내고 있는바, 이를 이용하여, 월별 정액료 수준에 따른 이용 확률의 탄력성을 분석하여 보면, <그림 3>과 같이 나타난다.

이러한 결과를 통하여, 월별 정액제에서 이용료가 증가하면 이용률은 떨어지고, 탄력성은 커진다는 일반적인 수요 탄력성의 결과와도 일치하는바, 본 연구결과 제시된 민감도 분석은 원만히 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

월별 정액제에서 단위 탄력점(-1)이 되는 금액은 6,360원으로 나타났고, 이용률이 급격히 떨어지는 한계비용은 12,500원으로 나타났다<sup>12)</sup>.

## VI. 결론 및 향후 연구 과제

### 1. 결론

본 연구는 경찰청과 도로교통공단이 함께 도입을 추진하고 있는 UTIS를 소개하고, 추후 이 시스템의 도입 시, 서비스의 이용 수요 예측과 실제 소비자의 입장이 고려된 지불 방식별 적정 이용료 선정에 대하여 연구를 진행하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면, 다음과 같다.

첫째, 향후 UTIS 서비스가 도입될 때, 이용자의 이용 여부에 영향을 미치는 요인들과 선호도를 파악할 수 있도록, 서비스 이용 수요 예측 모델을 구축하였다.

주행시간은 60분과 90분으로 가정하고, 각각의 가상 조건 하에서의 UTIS 서비스 이용을 종속변수로, 개인 속성과 통행 특성 등을 독립변수를 하여, 이항 로짓을 통한 모델 구축 후 그 수요를 예측 할 수 있었다.

둘째, UTIS 서비스 잠재 이용자를 대상으로, 순서형 프로빗 모델을 이용, 이용료 지불 방식별 이용 행태 예측 모델을 구축하였다.

셋째, UTIS 서비스 이용료 지불 방식별 민감도 분석을 통하여, 이용료에 대한 이용률의 단위 탄력점을 파악 하였으며, 서비스 공급자에게 각 지불 방식별로 이용자 측면이 고려된 적정 이용료를 제시하였다.

분석 결과, 종량제 I(시장에 충격을 주지 않을 정도의 기본 요금 부과)에서는 330원/일, 종량제 II(기본 요금 미 부과)에서는 650원/일로 나타났으며, 월별 정액

제의 경우, 단위 탄력점 상의 적정 이용료는 6,360원으로 결정 되었다. 하지만 월별 정액제에서, 이용률이 급감하기 시작하는 한계 이용료는 12,500원으로 나타나, 이를 최대 서비스 이용료로 선정하였다.

넷째, 사전 연구 차원에서, 운전자들이 현재 이용하는 교통정보에 대한 만족도와 신뢰도, 실제 주행 노선의 선정에 교통정보가 미치는지 영향력 등을 파악할 수 있었던 것과 주행 시간 등의 조건에 따라, 운전자들이 필요로 하는 교통정보의 종류가 변화됨을 확인한 것 또한 금번 연구의 성과라 할 수 있을 것이다.

본 연구는 교통 선진국에서 연구·개발되고 있는 UTIS 서비스의 국내 도입에 앞서, 사업의 채산성과 도입 가능성을 살펴볼 수 있는 기준과 근거를 제시할 수 있었다는 점에서 그 가치가 크다고 판단된다.

### 2. 향후 연구 과제

본 연구에서는 UTIS 서비스의 조사 대상으로, 교통 혼잡 비용이 가장 많은 부산광역시의 운전자만을 선정하여 SP조사를 실시함으로써, 다소 과잉 추정되는 부분이 있을 수 있다.

또한 UTIS 서비스에서 제공되는 교통정보의 종류와 방식에 따라, 이용자가 느끼는 선호와 이에 대한 지불 의사 금액도 가상의 조건과 서비스 도입 이후와는 차이가 나타날 수도 있으므로, 추후 시장의 규모 산정과 기업체의 시장 진출을 위한 경제성 분석, 이용자들의 구매력 파악 등에 관한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

## 참고문헌

1. 경찰청·도로교통안전관리공단(2005), "도시지역 광역교통정보 기반 확충사업", 2005.9.
2. 경찰청, "UTIS 경찰청 기술 규격(안)".
3. 교통개발연구원(1998), "수도권 첨단교통정보체계(ATIS) 상세설계 및 세부사업 시행방안 최종보고서".
4. 교통개발연구원(2000), "부산광역시 지능형 교통시스템(ITS) 기본계획".
5. 구경남(2000), "첨단교통정보체계(ATIS)가 운전자의 통행행태에 미치는 영향에 관한 연구", 대구대 박사논문.

12) Harris 와 Konheim(1995)가 New York에서 첨단교통정보시스템(ATIS)에 대하여 실시한 연구 결과(이용자들의 78%가 ATIS를 위하여 약 월 11달러 정도를 지불할 의사를 보인 것)와 거의 비슷한 결과 값이 나타났음을 확인 할 수 있었다.

6. 김동효 외(2005), "무선통신을 이용한 교통정보수집 제공시스템(UTIS) 개발 방향" 교통안전연구논집 제 24권 pp.139~149.
7. 김동효 외(2006), "교통정보수집제공시스템(UTIS) 기능 개선에 관한 연구", 교통안전연구논집 제25권 pp.141~154.
8. 김순귀 외(2003), "로지스틱 회귀모델의 이해와 응용", 한나래.
9. 교통과학연구원(2006), "무선교통정보수집전달장치에서 교통정보전송시스템 개발 연구" 2006.12
10. 박동규(1999), "최신 실험계획법", 기전연구사.
11. 박성현(1995), "현대 실험계획법", 민영사.
12. 서혜선 외(1999), "SPSS를 활용한 회귀분석", 한나래.
13. 윤대식(2002), "교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행행태에 미치는 영향 분석", 대한교통학회지, 제20권 제5호, 대한교통학회, pp.33~43.
14. 도로교통정보통신시스템센터(2004), "VICS 활용술", 2004.6.
15. 정현영 · 진재엽 · 손태민(2002), "부가교통정보시스템(VTIS) 이용수요예측 및 적정이용료 산정에 관한 연구", 대한교통학회지, 제20권 제4호, 대한교통학회, pp.27~38.
16. 김봉기 · 정현영 · 고상선(2006), "대형 교통사고 발생지점 유형화와 영향요인 분석에 따른 교통안전대책 방안에 관한 연구", 대한교통학회지, 제20권 제1호, 대한교통학회, pp.39~52.
17. 정현영, 이원규(2008), "버스 정류장의 서비스 수준 및 평가모델 구축에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, v.28, no.2D, 대한토목학회, pp.217~225.
18. 정현영, 장석용 외(2008), "택시 운전자의 교통사고 야기 성향 분석에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, v.28, no.2D, 대한토목학회, pp.191~203.
19. 진교남(1997), "교통수단선택모델의 추정에 이용되는 선호의식 자료의 효용성에 관한 연구", 서울대 행정학 박사논문.
20. 한국정보통신기술협회(2005), "도시지역 광역교통 정보 기반 확충사업 현장 성능시험 결과 보고서".
21. 한국전산원(2005), "전국 교통정보 통합·배포시스템 착수 보고회", 2005.7.
22. 한국ITS학회(2005), "DSRC를 이용한 ITS 서비스 활성화 방안 연구", 2005.4.
23. 한인환(2007), "차량용 블랙박스 기술 특허분석 및 표준화 방안", 대한교통학회지, 제25권 제3호, 대한교통학회, pp.29~43.
24. Amalia Polydoropoulou(1997), "Modeling User Response to Advanced Travelers Information Systems(ATIS)", Ph.D. Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, MIT, Cambridge.
25. Amalia Polydoropoulou, Dinesh A. Gopinath, and Moshe Ben-Akiva(1996), "Willingness to pay for Advanced Traveler Information Systems: SmarTraveler Case Study", Transportation Research Record, 1588, TRB, Washington, D.C.
26. Asad J. Khattak, YoungBin Yim, Linda Stalker(2001), "Willingness to pay for Travel Information : Combining Revealed and Stated Preference with A Random Effects Negative Binomial Regression Model", forthcoming in Transportation Research-Part C, Pergamon Press.
27. Dennis Fok, Philip Hans Franses, and Mars Cramer(1999), "Ordered Logit Analysis for selectively sampled data", Econometric Institute Report 9933/A.
28. Englisher, L., S. Bergman, S. Pepin, and A. Wilson(1997), "Promoting Advanced Traveler Information Systems Among Cellular and Land-Line Phone Users", Transportation Research Record 1588, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
29. Englisher, L., R. Juster, S. Bergman, D. Koses, and A. Wilson(1996), "User Perceptions of SmarTraveler Advanced Traveler Information System: Findings from Second-Year Evaluation", Transportation Research Record 1537, TRB, National Research Council, Washington, D.C.
30. Harris, P., and C. Konheim(1995), "Public Interest in, and Willingness to Pay for, Enhanced Traveler Information as Provided by IVHS in the New York Metropolitan Area", in Proceedings of the 5th Annual Meeting of ITS America.

31. K.S. Kim and U. Vandebona(1999), "User Requirements and Willingness to pay for Traffic Information Systems : Case Study of Sydney,

Australia", Transportation Research Record, 1694, TRB, Washington, D.C.

- ☞ 주 작 성 자 : 장석용
- ☞ 교 신 저 자 : 고상선
- ☞ 논문투고일 : 2008. 4. 16
- ☞ 논문심사일 : 2008. 7. 11 (1차)  
2008. 8. 13 (2차)  
2008. 8. 26 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2008. 8. 26
- ☞ 반론접수기한 : 2009. 2. 28
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필